



TITLE:

研究会報告 超電導・超流動研究会 報告

AUTHOR(S):

CITATION:

研究会報告 超電導・超流動研究会報告. 物性研究 1966, 6(3): 92-99

ISSUE DATE:

1966-06-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/85897>

RIGHT:

研究会報告

超電導・超流動研究会報告

報告がおそくなりましたが、上記研究会が3月14、15、16日の3日間にわたって基研で開かれました。超電導に関していえば、我国でも多くのすぐれた、興味のある実験結果が報告されており、超流動現象についても、世界のあちこちで面白いデータが報告されているが、若い元気な理論家がないという現状からみて、新人を招くような教育的研究会として計画された。この分野は、我国にはすぐれた伝統があり、エライ先生方は多くおられるのですが研究会を実務的に進めてゆく若手の力不足のため、多分目的が達成されなかつたことをおわびしておきます。

始めに、簡単に研究会の内容をお伝えし、次いで、参加者の御意見・御感想・御批判をお伝えします。

研究会は

日	午 前	午 後
14		Introductory 磁性不純物 Talk (中嶋) (高野)
15	ODLRO (中野)	オーダーパラメーターの dynamics (碓井、恆藤)
16	He の問題 (阿部)	個別発表 座 談 会

の日程であつた。(文中敬称は略させていただきます)まず中嶋は問題を具象派と抽象派的とに分類した。ことばにとらわれる必要はないと思うが、前者には、例えば超電導現象を金属(とは限らないが)の一属性として、ものに应じて、現象に対応して、具体的に調べる必要のある問題が属しよう。中嶋が提起した問題を列挙すれば、超電導体では、(I)不純物効果として (i) order para-

meter の空間的变化 (ii) スピン相関・近藤効果・スピン ordering (iii) 不純物のスピンは必ずしも局在していない。Abrikosov-Gor'kov 理論は localized model に立っている。Anderson 流に考えるとどうなるか？ この問題は最近少し調べられているが、まだ不十分に思われる。又 pairing interaction に現われる ψ にどれだけの状態を含ませられるか検討してみる必要がある。(iv) Type II では electron excitation, ultrasonic attenuation, tunneling density of state 等、現在までの理論では不十分である。(v) Band 構造と S.C. La, Y, Sc は周期律表上でタテに同じ位置にある。La は $T_c \sim 4 \sim 5^\circ\text{K}$ と高い値をもつ S.C. であるが、他のものは S.C. にならない。He II では quasiparticle picture を高温側に拡張することや、phonon-roton としてより明確に理解する必要がある。

抽象派的なものとしては、Josephson current が最近の有名な例である。概念的にあるいは物理的に十分理解されていない問題がこの分類に属する。Vortex ring, Flux line の運動、He II でイオンのまわりにどのようにして vortex ring が出来るか？ mobility の structure は、その model によりどのように説明されるか等々の問題がある。

以上いささか長々と書いたが、研究会に出席出来なかつた方々に参考になればと考えたからである。以下は簡略に書かして頂く。

高野は超電導への磁性不純物効果を review した。Anderson model, localized spin model 夫々について彼のグループの方法を用いて、詳細に批判的紹介をした。

中野は、Penrose-Onsager の idea から説き起して、Off-diagonal long range order (ODLRO) の概念が歴史的にどのように形成されてきたかを述べたのち、Yang の論文の解説をした。

この order parameter の dynamics について碓井と恆藤が解説的報告をした。碓井は Bose liquid を中心に、Bogoliubov の論文 (Dubna preprint p-1395) を紹介した。恆藤は GL 方程式を Kadanoff-Baym と同様な方法で time-dependent 方程式に拡張し (pure limit), order parameter の time dependence はほとんど常に無視し得ることを示した。流体力

超電導超導動

学的段階での London 方程式は、charge に対する（或いは chemical pot. μ に対する）方程式から導かれることを示した。

阿部は He II に関する最近の問題を解説した。例えば、 He^+ イオンの mobility の測定からイオンの有効質量を求めると $\sim 40 M_{\text{He}}$ となり、イオンはかなり構造をもつらしいこと、シリンダーに He II を入れ、軸上にイオン源をおいて、シリンダー表面で current を測ると、負イオンでは小さくなり、正イオンでは変化がない等である。これらはいずれも十分な説明はない。quantized vortex ring の存在は Careri et al. の示した加速電場に対するイオン速度のプロットがある値の整数倍ごとに構造をもつと云うデータ等からきれいに示されていると思うが、この構造の説明は先に述べたように、どのようにして ring に ion がつかまえられるか明らかでないので不明である。Hang-Olinto の現象論 (Phys. Rev. 139 (1965) A1441) が解説された。興味ある方は読んで頂きたい。

個別発表について。水原（都立大）は上記の問題について、彼女の idea を述べた。詳しくは後の報告をみられたい。長嶋・宗田（教育大）は anisotropic two band S. C. で anisotropy の T_c への影響を報告した。

Leggett (オックスフォード大・京大) は two band S. C. における collective mode の可能性を論じた。ハミルトニアンに s-pairing, d-pairing interaction の他に s-pair と d-pair の interaction term (夫々の coupling constant を U, V, J) を含む。s 及び d electron number operator を N_s, N_d とすれば $[H, N_s + N_d] = 0$ だが $[H, N_s - N_d] \neq 0$ から、phase difference があれば、collective mode が存在する。この mode は exciton-like である。Josephson effect との差異はハミルトニアンをみれば明らかであろう。

$$H = \text{const.} + \text{const.} \cdot |J| \cdot (\varphi_s - \varphi_d)^2 + \text{const.} \cdot (\delta N_s - \delta N_d)^2$$

$$H_{\text{Josephson}} = \text{const.} + \text{const.} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)^2 + \delta \mu (N_1 - N_2)$$

以上いささかごたごたとまとまりなく研究会の内容をお伝えした。この他に都築が S. C. の問題について少し述べたが、中嶋と重複する点が多いので省略

した。

世話人の準備不足と力不足のため、参加者に満足して頂けなかつたことを重ねておわびします。

報告者個人として感じたことを書かせて頂くと、今回は上記のような不手際があり、かつ今度のような目的の研究会としては最初のものであつたわけですが、我々若もの自身が自らの力で研究会を組織し、報告も準備して、先生方には、よき忠告者としての役割をはたして頂くようなスタイルを取られなければ研究会を自らのものとし、成長の場とは出来ないのではないかと思う。いささかいいわけがましいが…。

今年度も基研研究会として予算がみとめられている。今年度の世話人には、若い仲間が積極的にはいつて下さり、大変うれしく思っています。やつてやろうと思われる方は、申し出て下さい。今までのところの世話人は恆藤（阪大基工）都築（京大理）川村（物性研）曾田、石井（東大理）の方々です。

次いで参加者から直接寄せられた御意見御批判をお伝えします。

（世話人）

水 原 律 子（都立大）

$T \approx 0^\circ\text{K}$ での He II 中のイオンの動きについての Reif 等^① 等の実験を新しい charged vortex ring のモデルで解析する話をしましたが、間違いがありましたので、変形エネルギーを訂正して報告します。あのままではイオンの速度 V はエネルギー ϵ ではなく $\sqrt{\epsilon}$ に逆比例しますので取消します。エネルギー損失のある場合の Careri 等^② の実験についての解析は後の機会にゆずります。

（モデル）charged vortex ring は ion が電場から得るエネルギーを vortex ring の励起にのみつやす。今までのモデル^③ ではエネルギーが ring の半径に比例したため ion の大きさをこえる不自然な大きさにまでなつた。それをさけるために半径は変化せず、吹き流しの形に変形する新しいモデ

超電導超流動

ルを提出した。吹き流しの長さが a のときの変形エネルギーは $\epsilon' = ka$ と仮定する。 k は ring の半径の関数になるが今は定数とみなす。circulation K は保存する。

(vortex ring の速度) 吹き流しの軸にそつて断面をとり軸を z 平面の x 軸に、中心を原点にとり 2 次元で考察する。ring の半径が $\frac{b}{2}$ なら複素速度ポテンシャルは

$$\omega = \frac{K}{2\pi ia} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \log(z - \frac{ib}{2} - x) dx - \frac{K}{2\pi ia} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \log(z + \frac{ib}{2} - x) dx$$

複素速度は $z = \frac{ib}{2}$ の点で

$$U = \frac{K}{2\pi a} [\pi - 2\theta] \quad \text{但し } \tan^{-1} \frac{2b}{a} = \theta$$

この速度で vortex ring の中央部は移動する。

(ion の速度) energy loss のないとき vortex の生成エネルギーは ϵ_0 ③。外場から ion が得たエネルギーは $eEL = \epsilon = \epsilon_0 + ka$ 。ion の速度を V とすると、 $eEV = k \frac{da}{dt}$ 。ion と vortex ring は分離しないので、 $V - U = \frac{da}{dt}$ 。ion の速度 V は

$$V = \frac{k}{k - eE} U = \frac{1}{\epsilon - \epsilon_0} \cdot \frac{k^2 K [\pi - 2\theta]}{2\pi(k - eE)}$$

これで charged vortex ring は ion が吹き流しを引きずっているものとみなせる。

Ref. ① Phys. Rev. 136 A1194 (1964)

② Phys. Rev. 136 A303 (1964)

③ Phys. Rev. 139 A1441 (1965)

宗 田 敏 雄 (教育大理)

今回の超電、超流動の研究会は私にとつては大変に有益であつたように思われます。今年も、前回以上に有効な会合にするのに、次の諸点に留意して開いたら、どうでしょうか。

1°) 若い人が中心に企画を立てる。

2°) 三人位有能な実験家を招んで、現在の実験の当面している諸問題点の

Review や、理論の不十分な問題や、理論の存在していない問題の指摘をして貰う。

3°) 講義をしたら、その後で十分討論の時間をとる。十分につつこみたいなど思っている内に、次の講義が始つてしまつたり、度胸がない人には、疑問の点をそのままに残してしまふ。

4°) 若い人向けには、出来たら式だけでも入つた Lecture note を講義の始まる少し前に配布して上げたら、宿に帰つてから、いろいろ考えて翌日質問が出来て、便利かと思います。ここで若い人と云うのはまだ大学院に在学中の人です。

それから次回に開くときの、講義のテーマとして次のようなものを考えて頂けたら良いかと思います。

I) type II の超電導理論の全体の Review

II) He II の λ 点附近の理論の現在の状態

III) モスクワの極低温会議での話題

IV) 実験家による超電導と超流動の問題点の Review

では以上の通り、この前の研究会から時間が経ちましていろいろと頭に浮ぶのに時間がかかりましたり、思い出せなかつたりで、ごく僅かな意見ですが、よろしく願ひします。

(註) 大沢、長島、高中氏 (教育大理) から同様な御意見がよせられました (世話人)。

超電導超流動

西 来 路 (教育大理)

感想 日頃聴かれない先生方の Review, なつかしかつたですが大へん刺激になりました。紹介されたいくつかの topics もそれぞれ魅力があり、どれか一つでも取り組んでみたいと思いました。帰ってから自分なりの問題探しをしてみて、どうも、"super は大家の先生がやるもの" と云うような先入観が脱け切れていないことに気づきました。

意見 この間の会では、盛り沢山すぎたと大分云われていたようですが、振り返ってみますと、少くとも、あの頃としては他にやりようがなかつたと思われれます。これからも、この会の世話人は相当大変なことではないかと予想されます。碓井先生がおつしやつたように、皆で研究会を進めて行くという態度が特に大切なことになると思います。

- ①同じような topics に関心をもっている人達のサブ・グループを作つて、できれば時々集つて、討論、情報の交換をする。この次の会で、それが自然にできれば最も望ましい。(どのような組分けを設けるかが世話人の腕でしょう)
- ②一般的な問題についても、質問、討論の時間をたつぷりとつてほしい。
- ③物性研の研究会もありますが、国内の実験家とのつながりもつけた方がよい。理論家向きの実験の Review を誰かにしてもらいたい。
- ④大学院生で、他大学、研究所の先生の指導を受けたい人にできるだけの便宜を計るようにしてほしい。

仁 田 昌 二 (京大・工・電気・田中研)

感想と意見

- 超伝導だけに興味をもつて会に出席してみたが、超流動についても、面白い問題が多く残っているのが分り興味をもつた。
- 講義形式のものについては、予稿のようなものがあればいいように思われる。
(可能なものについて)

研究会報告

- 文献等を引用する場合は（入手可能なものについては）雑誌名、Vol. ページ等を明示してほしい。
- 出来れば、研究会の一日に用いる時間をもう少し短くして（昼又は、p.m. 3.00 頃）検討したり、勉強したりする時間を作つてほしい。

倉 田 泰 幸（北大理）

研究会に出席する機会を今度初めて与えていただいたので、以下に述べる（一般的な）感想も様子がわからないために間違いを犯しているかもしれませんのであらかじめおことわりしておきます。

低温物理の魅力の1つは、現象論と基礎論との間が至近距離で結ばれているという点にあつたと理解しています。今「あつた」と過去形で書いたのは、今度の研究会に出席して、現状を見る機会を得てみると、遠目に感じていた上のような魅力は過去のものになつたのかなという疑問で出てまいりました。「抽象派」と「具象派」という分類が意味を持つように使われていたのは、それだけの理由があつたのだと思われてきました。

研究会の内容、運営についての提案よりも、もつとチャチな、「低温物理は若手をチャームする魅力があるのか」という疑問を出します。誰か答えて下さい。